



《国家科学评论》2024年第7期正式出版题为“**实现室温高压条件下富氢超导的挑战**”的物理专题（特邀编辑：**张富春、毛河光、谢心澄**）。本专题包含1篇前言、2篇研究论文、2篇综述和5篇观点文章，展示了该领域的发展现状及其未来方向。



Special Topic: Challenges to Achieving Room-Temperature Superconductivity in Superhydrides under Pressure

GUEST EDITORIAL

The preface: Toward higher- T_c superconductivity under lower pressure—from
binary to ternary superhydrides

专题前言：实现室温高压条件下富氢超导的挑战

Fu-Chun Zhang, Hoi-kwang Mao, Xin-Cheng Xie

Natl Sci Rev 2024, 11(7): nwae210,

<https://doi.org/10.1093/nsr/nwae210>

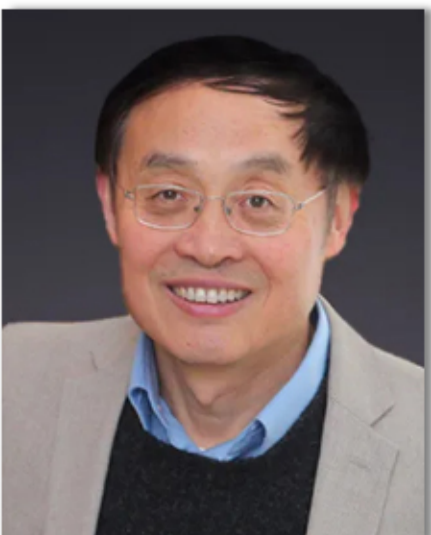
特邀编辑



张富春
中国科学院大学



毛河光
北京高压科学研究中心



谢心澄
北京大学

PERSPECTIVE

Are hydrides under high-pressure–high-temperature superconductors?

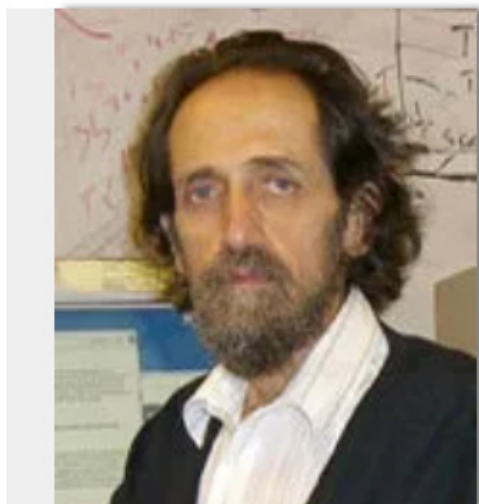
氢化物在高压下是高温超导体吗？

J E Hirsch

Natl Sci Rev 2024, 11(7): nwad174,

<https://doi.org/10.1093/nsr/nwad174>

通讯作者



J E Hirsch

加州大学圣地亚哥分校

与当前领域内的共识不同，本文认为现有的“氢化物在高压下表现出高温超导性”的证据并不令人信服。作者建议这个领域的研究重点亟需转向建立明确的实验证据来回答高压下氢化物的超导性是否存在的问题，而不是继续寻找超导转变温度更高但是超导性质难以解释的新材料。此外，本文还讨论了这类材料非超导性对超导理论的负面影响。

Ternary superhydrides for high-temperature superconductivity at low pressures

三元氢化物实现低压高温超导

Pengfei Shan, Liang Ma, Jinguang Cheng

Natl Sci Rev 2024, 11(7): nwae003

<https://doi.org/10.1093/nsr/nwae003>

通讯作者



单鹏飞
中国科学院物理所



马良
中国科学院物理所，郑州大学



程金光
中国科学院物理所

氢化物超导体领域的快速发展已经掀起高温超导研究新热潮。虽然二元氢化物超导体已经被广泛报道，但三元氢化物在降低稳定压强以及提高超导临界温度方面显示出了巨大的潜力。到目前为止，相关研究已经取得了初步的进展，已有不同类型的三元氢化物被报道。另一方面，三元氢化物的发展仍然受到诸多限制，三元氢化物理论研究和实验技术的突破将为室温超导的实现带来新的希望。

Pressure-induced hydrogen-dominant high-temperature superconductors

高压下的富氢室温超导体

Ho-kwang Mao

Natl Sci Rev 2024, 11(7): nwae004,

<https://doi.org/10.1093/nsr/nwae004>

通讯作者



毛河光

北京高压科学研究中心

超导体是一种完全没有电阻并且完全抗磁的梦幻材料，可惜以往只存在于极低温度。一个世纪以来科学家孜孜不倦追求在室温下做出超导体，终于在富氢材料中梦想成真，但是还需要在超高压下才能实现。未来的科研前沿，将聚焦于通过理论和实验，充分了解高压氢的物理现象，及密封保留高压室温超导体，在常压场景下发挥其梦幻功能。

Magnetic methods in studies of new superconducting hydrides in a diamond anvil cell

利用钻石砧空腔研究新超导氢化物的磁学方法

Viktor V Struzhkin, Ho-kwang Mao

Natl Sci Rev 2024, 11(7): nwae005,

<https://doi.org/10.1093/nsr/nwae005>

通讯作者



Viktor V Struzhkin

北京高压科学研究中心

近年来超导研究领域出现了一系列高温高压氢化物方面的成功试验，它们都依赖于用氢元素和元素周期表里其它元素形成金属合金。由于这类试验所需要的压力仍然太高，证实超导性质的决定性试验，导体内磁场的完全排除（迈斯纳效应），还没有实现。这个缺陷引起了对氢化物超导研究的批评。本文列举了4个基于钻石砧空腔的替代性磁学试验，它们可用于探测高转变温度超导氢化物在高压下排除磁场的状态。

The current status and future development of high-temperature conventional superconductivity

高温常规超导的现状和未来发展

Mikhail I Erements

Natl Sci Rev 2024, 11(7): nwae047,

<https://doi.org/10.1093/nsr/nwae047>

通讯作者



Mikhail I Erements

马克斯-普朗克化学研究所

新一类富氢超导体体系的建立始于硫化氢高压下超导性质的发现，首次试验显示 H_3S 的超导临界温度为203K。当前的最高的临界温度记录是氢化镧的250K。这篇观点文章概述高温富氢超导领域的重要进展，着重介绍这类超导性质在复杂试验条件下的有力的证据和可重复性。未来研究很可能实现室温超导，这个领域预计会发展到常压超导性质的研究。

Clathrate metal superhydrides under high-pressure conditions: enroute to room-temperature superconductivity

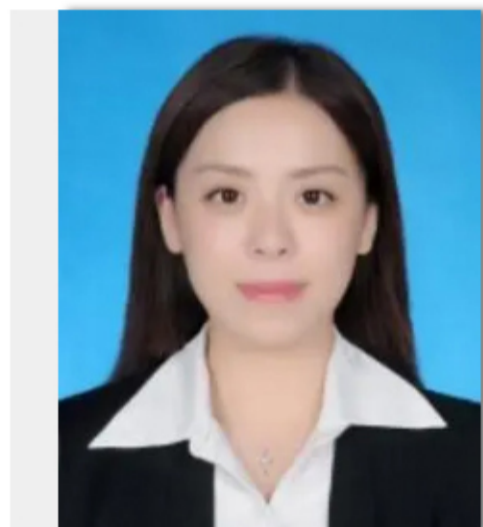
高压下氢笼合物结构的金属富氢化合物：通往室温超导的途径

Ying Sun, Xin Zhong, Hanyu Liu, Yanming Ma

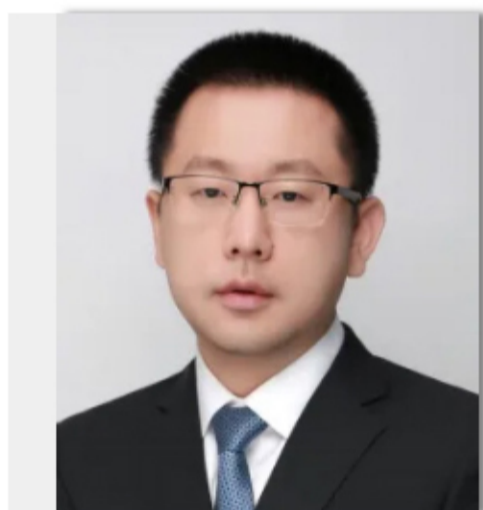
Natl Sci Rev 2024, 11(7): nwad270,

<https://doi.org/10.1093/nsr/nwad270>

通讯作者



钟鑫
吉林大学



刘寒雨
吉林大学



马琰铭
吉林大学

室温超导一直是人类的梦想和超导研究的焦点。近期，氢基超导研究取得了重大突破：一类氢笼合物结构的金属富氢化合物在高压下具有近室温超导电性（例如 LaH_{10} 的超导温度高达260 K），创造了高温超导新纪录。这种特殊的氢笼合物结构在 CaH_6 超氢化物中被首次发现，其超导温度高达215 K。本综述旨在概述氢笼合物超导材料的研究进展、超导机制、决定高温超导电性的关键特征，并探讨未来寻找室温超导体的研究方向。

Superconducting ternary hydrides: progress and challenges

高压下三元富氢高温超导体的研究进展及挑战

Wendi Zhao, Xiaoli Huang, Zihan Zhang, Su Chen, Mingyang Du, Defang Duan, Tian Cui

Natl Sci Rev 2024, 11(7): nwad307

<https://doi.org/10.1093/nsr/nwad307>

通讯作者



段德芳
吉林大学



崔田
宁波大学

富氢材料作为潜在的高温超导体近年来备受关注，三元富氢化合物因其丰富的晶体结构展现出新奇的物理性质。本文系统地阐述了近年来三元富氢高温超导体的研究进展，从晶体结构、电子结构、电声耦合等方面揭示结构与超导性质的内在联系，总结了提升结构稳定性以及超导电性的有效策略，并凝练出新的科学问题，展望了未来研究面临的机遇和挑战。

Superconductivity with T_c of 116 K discovered in antimony polyhydrides

发现锑的氢化物具有116 K的高温超导性质

Ke Lu, Xin He, Changling Zhang, Zhiwen Li, Sijia Zhang, Baosen Min, Jun Zhang, Jianfa Zhao, Luchuan Shi, Yi Peng, Shaomin Feng, Qingqing Liu, Jing Song, Richeng Yu, Xiancheng Wang, Yu Wang, Maxim Bykov, Changqing Jin

Natl Sci Rev 2024, 11(7): nwad241

<https://doi.org/10.1093/nsr/nwad241>

通讯作者



望贤成

中国科学院物理研究所



靳常青

中国科学院物理研究所

运用超高压高温合成先进技术，成功研制了锑的氢化物，发现锑氢化物在180 GPa呈现116 K的高温超导转变。在共价键结合的二元氢化物超导材料中，锑氢化物为目前超导温度最高的氮族富氢超导材料，位列实验报道第二高的供价型富氢超导材料。共价相含氢量小温度高，为进一步设计研制富氢超导材料提供新的选择。结合金刚石压砧高压实验技术以及高压在位激光加热实验技术，在极端高压（兆巴）、高温实验条件下制备得到锑的氢化物。高压在位电学输运测量实验表明。

Origin of the near-room temperature resistance transition in lutetium with H₂/N₂ gas mixture under high pressure

Lu-H-N 中的近室温电阻突变起源于金属到半导体或绝缘体转变而非超导

Di Peng, Qiaoshi Zeng, Fujun Lan, Zhenfang Xing, Zhidan Zeng, Xiaoxing Ke, Yang Ding, Hongkwang Mao

Natl Sci Rev 2024, 11(7): nwad337

<https://doi.org/10.1093/nsr/nwad337>

通讯作者



曾桥石
北京高压科学研究中心



毛河光
北京高压科学研究中心

近期美国研究者在氮掺杂镱的氢化物中发现近常压下的室温超导现象，这一突破预示着人类即将进入一个全新的超导时代。但全世界科学家都未能重复这一电阻突变现象。本工作通过对纯镱和氢-氮混合气体在高压下的反应进行原位电阻监测，可重复性地复现了近室温下的电阻突变，却没有零电阻和磁场抑制现象，因此排除了超导的可能。而进一步的电学和结构研究表明这种电阻突变来自一种金属到半导体或绝缘体的相变。